

B

N84-26068

我国海洋沉积物中几种宇宙尘的 显微分析研究

庄世杰

于众

(冶金部地质研究所)

(北京石油勘探开发规划研究院)

彭汉昌

(国家海洋局第一研究所)

宇宙尘的研究与月岩和陨石的研究一样,能够为探索地球起源和天体演化提供有用的数据,因此,多年来一直引起世界各国学者的关注。叶连俊等曾报道过我国燕山地区兴城附近震旦系地层中所发现的十亿年以前的宇宙尘^[1]。但是,由于当时受分析技术条件的限制,还缺乏充足的成分数据。近年来,随着电子显微分析技术的应用,国内外已有了较为详细的有关报道^[2-5]。最近在太平洋西部海域^[6]及我国南海和胶州湾海域沉积物中也找到了几种宇宙尘,本文系其研究的初步结果。

一、研 究 方 法

(一) 研究类型和操作条件

1. 电子探针点、线、面分析 使用日本岛津制作所生产的EB-3电子探针显微分析仪,操作条件为加速电压20千伏,试样电流0.06微安(在 Al_2O_3 上辨认),束径约1—2微米,用“B-A”^[7]和“Birks法”^[8]进行定量修正计算。

2. 扫描电镜图象观察 使用Asm-sx扫描电子显微镜,操作条件为二次电子象和鸟瞰图采用25千伏加速电压,0.1毫微安样品电流。背散射电子图象将试样电流改为10毫微安。

(二) 样 品 制 备

1. 定量分析样品的制备 取厚度为0.3毫米的铜片,制成与样品座大小相同的规格,抛光。在铜片的同心圆周上依次放上直径约3毫米的小铜环,把球粒样品置于小铜环内。如果颗粒直径太小(<50微米),则预先将球粒样品置于酒精内,然后用微型吸管将样品吸入吸管内,后滴在已抛光好的铜片上,待酒精挥发后,样品即停留在铜片上,然后在显微镜下套上小铜环,将载有样品的铜片移入样品成型器内成型,以后步骤可参阅作者先前的报道^[9]。

2. 扫描电镜样品的制备 取 $1 \times 1 \times 1$ 厘米³的铝块或铜块, 表面抛光后, 将导电胶(随Asm-sx扫描电镜带来)滴一滴在抛光的铝面上, 用顶端磨细的铜针(避免用铁针, 以免铁针对磁性球粒的吸引而难以将样品移入样品座内)把要进行表面形貌观察的尘粒粘在铜针上, 并移到滴有导电胶的铝面上(此步要在导电胶未完全干的情况下进行, 这样样品就很容易被粘在导电胶上)。然后连同铝座一齐进行超声波清洗30分钟, 以供对样品表面形貌的分析。取下表面观察后的样品, 按前述方法制样, 可供电子探针点、线、面的分析用。

二、结果和讨论

(一) 样品的形貌特征

经过表面和断面的各种图象观察(二次电子、背散射电子、鸟瞰图等)和电子探针点、线、面的分析, 可将样品分为以下几种类型。

1. 黑色或褐色强金属光泽不透明球粒(照片1) 这类球粒具强磁性, 多具脑状流纹结构(照片2)。从断面结构看, 又显示出如下几种情况:

(1) 自然断面呈正方形结晶颗粒整齐排列(照片3)。

(2) 经磨制抛光的断面上分布着很多白色条纹(可能为磁赤铁矿)。条纹一般很直, 宽度大约1—3微米, 边缘密于中间, 呈交叉排列(照片4)。

(3) 具有空腔的磁铁矿球粒, 其空腔在球粒中分布无规律, 大小不等, 形状不一。这种空腔可能是挥发份逃逸后残留下的痕迹(照片5)。

(4) 断面显示出外壳和内核的双重结构。电子探针点、线、面分析表明, 其外壳由磁铁矿组成, 内核由金属相的铁镍组成(照片6、7)。

有关铁质宇宙尘的X射线粉晶分析数据与前人所测得的数据比较见表1。

由表1可知, 铁质宇宙尘的主要矿物是磁铁矿, 次要矿物是磁赤铁矿、方铁矿, 但由于铁质宇宙尘中所含矿物的面网间距相近、杂质元素影响和样品量不足, 所以衍射线略有错位和缺失现象。

2. 暗绿色或暗褐色半透明硅质球粒(照片8) 该类球粒表面多具有流纹结构和熔蚀的痕迹(照片9)。从断面成分分析看, 又可将该类球粒分为两类: (1) 均质的硅酸盐球粒, 化学成分主要有MgO、SiO₂、FeO和其他少量Al₂O₃、CaO、TiO₂、MnO, 但不含Na₂O、K₂O。这与文献[5]所报道的一致。(2) 具有内核的硅酸盐球粒(照片10), 经电子探针点、线、面分析, 其内核主要由金属铁组成, 含有少量的Ni、Co、Mn、Ti、Cu。外壳是由TiO₂、FeO、MnO、SiO₂、CaO等组成。此类球粒来源不明, 有待进一步研究。

3. 无色透明或淡黄绿色、褐色透明球粒(照片11) 国外称之为微玻璃陨石, 目前报道颇多。该类球粒在几个大的陨石散落区均有发现。其成分与玻璃陨石相近, 但不同于地球上的火山玻璃。Y.P. 比利(Billy)和B.P. 格拉斯(Glass)曾对世界各地发现的该类物质作了外形描述和二次电子图象的详细观察, 指出该类微玻璃陨石表面都具有大小不等, 深浅不一的凹坑, 而凹坑形状的差异又是区别各地微玻璃陨石的独有特征^[4]。现将世界各地发现的微玻璃陨石表面特征汇于表2。

表1 铁质宇宙尘的X射线粉晶分析数据比较

样 号	南 海 宇 宙 尘*		太 平 洋 宇 宙 尘 ^[6]		十亿年前的宇宙尘 ^[1]		标 准 矿 物
	南海湾沟第四系地层		中国采自 6°00'07"S, 173°15'06"E 水深5443m	日本采自 11°00'07"S, 146°00'26"W 水深4912m	磁 铁 矿	磁 赤 铁 矿	方铁矿 ^[6] (FeO)
	$d(\text{\AA})$	I	$d(\text{\AA})$	$d(\text{\AA})$	$d(\text{\AA})$	$d(\text{\AA})$	$d(\text{\AA})$
1	4.85	20	4.847	4.91	4.18		
2	3.27	10	3.298		3.26	3.292	
3			3.147				
4	2.96	60	2.963	2.98	2.958	2.958	
5	2.79	40	2.788		2.784		
6	2.71	5	2.699		2.695		(2.74)
7	2.54	100	2.528	2.56	2.521	2.508	2.49
8	2.44	10	2.471	2.48			
9	2.32	5	2.421	2.42	2.413		2.38
10			2.311		2.299		2.15
11			2.139	2.16			
12	2.10	40	2.099	2.096	2.089	2.086	
13			1.974				
14			1.935		1.770		
15	1.78	5	1.794	1.82	1.713		
16	1.72	10	1.715	1.72			1.683
17			1.633	1.62			
18	1.62	70	1.616	1.51	1.608	1.608	1.527
19	1.49	80	1.514	1.484	1.478	1.478	
20	1.43	5	1.481	1.327	1.411		
21	1.331	10	1.330	1.285	1.325		
22	1.283	20	1.281		1.280		1.302
23	1.269	5	1.265	1.239	1.264		1.246
24	1.214	10	1.235				
25			1.213	1.208			
26			1.206				
27	1.123	10	1.157	1.116	1.122		
28	1.094	70	1.123	1.073	1.106	1.097	1.079
29			1.092		1.093		
30			1.069		1.068		
31	1.052	30	1.0499 α_1		1.050	1.049	
32	0.991	30	1.0493 α_2	1.048			0.9
			0.990	0.984			

* 由武汉地质学院北京研究生部陈敬中分析。实验条件: FeK α 未滤波, 电压32千伏, 电流10毫安, 曝光4小时, 相机直径57.3毫米。

(二) 化 学 成 分

我们对上述球粒, 进行了能谱分析和电子探针显微分析。照片13和照片14分别给出了铁质宇宙尘和玻璃质宇宙尘的能谱曲线, 表3中为各种类型宇宙尘的电子探针分析结果, 二者基本吻合。

表2 世界各地微玻璃陨石表面特征

散落区名称	采集位置	K-Ar 年龄	显微镜观察	二次电子图像观察	备注
澳大利亚(从菲律宾, 印度支那到澳大利亚)(散落面积 $5 \times 10^7 \text{km}^2$)	深海沉积物中	0.7×10^6 年	黄色、黄绿色	具有细微的凹坑表面高起的环状山丘是其独有的特征	[2], [4]
象牙海岸(散落面积 $4 \times 10^6 \text{km}^2$)	深海沉积物中	$(1-1.2) \times 10^6$ 年	黄色、黄绿色	多具有较大和浅薄的凹坑表面。V型、U型内槽是其独有特征	[2], [4]
北美(从得克萨斯到治亚到加勒比)	深海沉积物中		绿色	具有较深、较细微的相互重叠的粗糙表面, 星形凹坑是其独有特征	[2], [4]
太平洋西部海域	深海沉积物中		无色透明和淡黄绿色	具有细微的凹坑表面, 大小不等的圆形气印结构是其独有特征(照片12)	本文

表3 各种宇宙尘的电子探针分析结果

(一) 铁 质 宇 宙 尘										
样号	化 学 成 分						备 注			
	Fe	Ni	Co	Ti	Mn	Cu				
1	61.37	37.89	—	—	—	—	太平洋深海沉积物中, 粒径约200微米 (样2—7均以铁量报出, 实际上是Fe ₃ O ₄)			
2	71.19	0.30	—	—	—	—				
3	71.23	0.12	—	—	—	—				
4	70.96	0.10	—	—	0.49	—				
5	70.32	0.08	—	—	0.66	—	南海湾第四系, 粒径约300微米, 5.6两样为空心结构			
6	70.07	0.07	—	—	1.95	—				
7	72.34	0.01	0.09	—	0.13	—				
8(n)	97.95	0.45	0.67	1.20	0.22	0.42	我国胶州湾海底 我国南海的硅酸盐球中铁心体成分			
R	68.60	29.8 -31.6	—	—	—	—	文献[11]			

(二) 硅 酸 盐 球 粒 物 质										
样号	化 学 成 分									备 注
	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	
8(b)	0.54	3.57	4.39	19.55	2.34	7.52	37.22	11.16	14.19	为8(a)核心的外壳成分 太平洋底沉积物中
9	—	27.10	2.59	35.33	—	2.16	0.14	0.18	34.28	
10	—	26.81	2.32	35.53	—	2.18	0.09	0.10	31.09	

(三) 玻 璃 质 宇 宙 尘										
样号	化 学 成 分									备 注
	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	
11	0.08	3.01	15.99	66.06	2.93	2.70	0.95	0.09	6.11	太平洋深海沉积物中
12	0.51	2.94	16.16	66.64	2.96	2.65	0.91	0.10	5.25	
13	0.68	2.66	16.10	68.33	2.29	2.57	0.90	0.10	6.24	
core kg-56	1.85	3.40	15.90	68.20	1.80	1.32	0.55	—	5.81	象牙海岸陨石散落区海底沉积物中 (文献[31])
106	1.86	3.20	16.80	66.80	1.93	1.57	0.52	—	6.21	
8F	1.86	3.20	16.80	66.80	1.93	1.57	0.52	—	6.21	
9F	1.55	2.96	16.20	66.10	1.79	1.23	0.52	—	6.21	澳大利亚陨石散落区海底沉积物中 (文献[10])
g*	1.70	2.70	15.00	67.90	3.20	2.90	0.80	0.99	5.70	
v*	4.50	2.20	16.30	44.70	4.00	1.90	—	2.90	—	
										海底发现的火山玻璃

* 位置: $13^\circ 28'S, 149^\circ 30'W$, 水深: 4300米(Murray and Renard, 1891)

三、几 点 看 法

1. 我国海洋沉积物中宇宙尘可分为铁质宇宙尘、硅酸盐质宇宙尘和玻璃质宇宙尘三类。

2. 显微分析研究表明, 以上各类宇宙尘除含铁心体的球粒外, 其他与前人报道的相符, 所不同的是产于不同的地理环境。这说明这些宇宙尘都是在降落过程中经过燃烧、熔融, 后因温度骤冷, 熔融物迅速冷却而形成的不同成分与结构的宇宙尘粒。一些宇宙尘中的白色磁赤铁矿条纹的形成, 看来是固熔体冷凝的产物。

3. 宇宙尘中不规则空腔是熔融过程中易挥发组份逃逸而留下的痕迹。

刘伯宁、侯渭、陈敬中、肖翠云等同志, 对本文给予了大力支持, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 叶连俊等, 地质科学, 3 (1964) 222—236.
- [2] Glass, B.P. *et al.*, Proc. Lunar, Planet. Sci. Conf. 10th, printed in the U. S. A. 1979, 2535—2545.
- [3] Glass, B.P. and Peter, A. Z., Earth and Planetary Science Letter, 43(1979), 336—342.
- [4] Billy, Y.P.G., Microtektite Surface Sculpturing, Geological Society of American Bulletin, 85(1974), 1305—1314.
- [5] 小林和男著, 袁家义、吕先进译, 海洋底地球科学, 海洋出版社, 1977, 239—241.
- [6] 彭汉昌等, 科学通报, 11 (1981), 682—685.
- [7] Bence, A.E. and Albee, A.L., Jour. Geol., 76, 4(1968), 382—403.
- [8] 刘永康等, 电子探针X射线显微分析, 科学出版社, 1973, 152—172.
- [9] 陈振玢等, 化学分析, 7, 4(1979), 257—262.
- [10] Glassidy, *et al.*, Journal of Geophysical Research, 7(1969), 1013.
- [11] Castaing, R. and Fredriksson, Geochimica et Cosmochimica Acta, 14(1958), 114—117.

MICROANALYTICAL STUDY OF SOME COSMIC DUST DISCOVERED IN SEA-FLOOR SEDIMENTS IN CHINA

Zhuang Shijie

(Institute of Geology, Ministry of Metallurgical Industry)

Yu Zhong

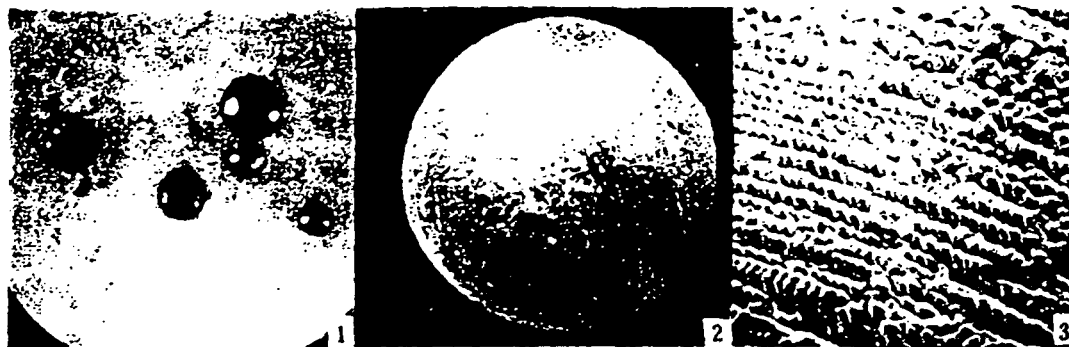
(Beijing Institution of Petroleum Exploration and Development)

Peng Hanchang

(The First Institute of Oceanography, China National Bureau of Oceanography)

Abstract

Three types of cosmic dust (ferruginous, siliceous and glassy) have been recognized in sea-floor sediments from the Jiaozhouwan Bay of China and the Pacific Ocean, and from the Quaternary system of the South China Sea. Their morphological features, X-ray powder data and chemical compositions are presented in the present paper.



照片1 铁质宇宙尘(Fe_3O_4)
的显微象

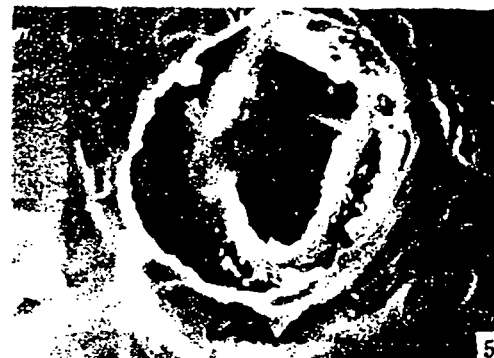
照片2 铁质宇宙尘的表面二次
电子象 (产于太平洋)

照片3 铁质宇宙尘的新鲜断
面的二次电子象
(产于太平洋)

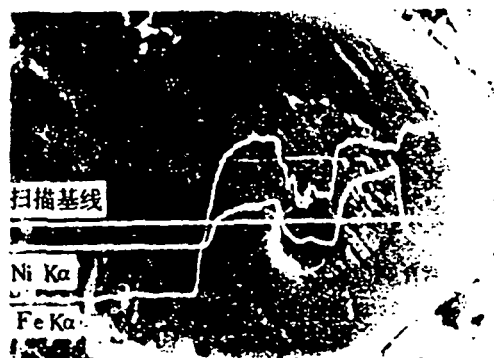
× 300



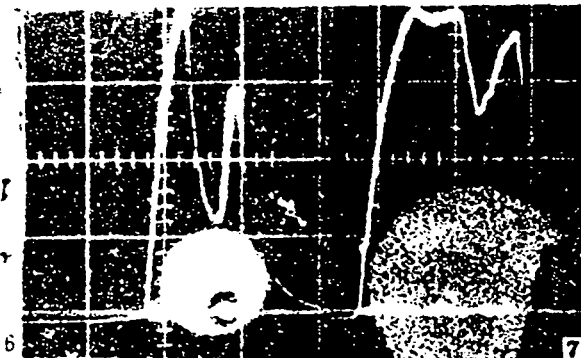
照片4 铁质宇宙尘抛光断面上的白色条
纹放大象 (鸟瞰图)



照片5 空腔结构铁质宇宙尘挥发份逃逸
后留下的痕迹



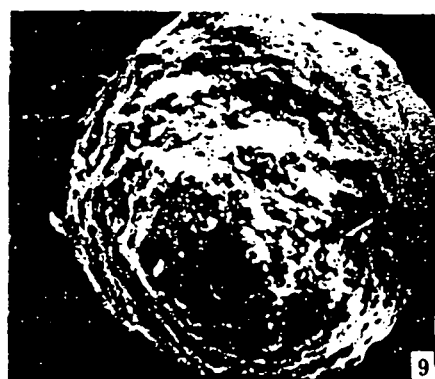
照片6 含镍心的铁质宇宙尘的二次电子象
和Ni Kα、Fe Kα X射线线截面象



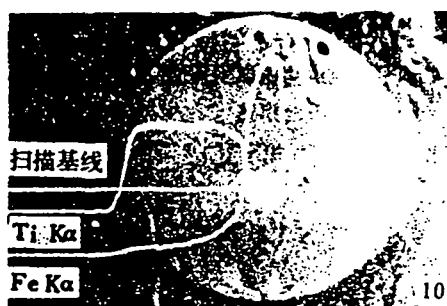
照片7 含铁镍心宇宙尘的Ni Kα、
Fe Kα X射线分布象



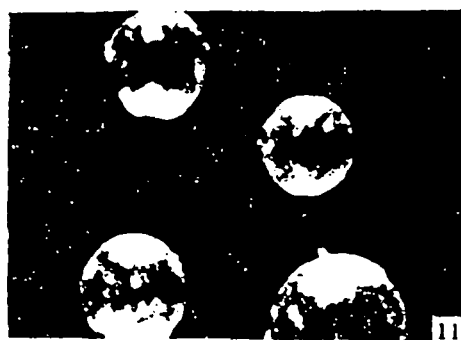
8



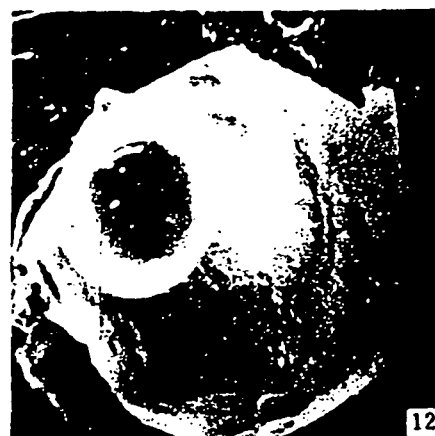
9



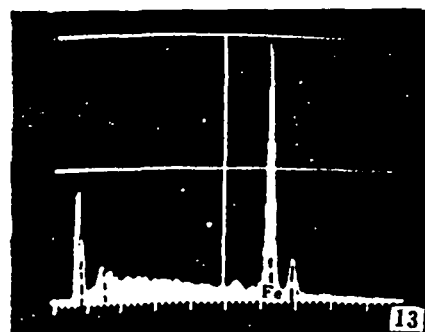
10



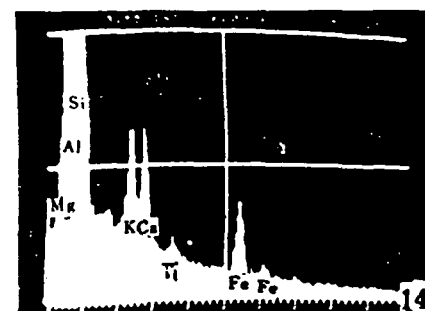
11



12



13



14

照片 8 硅酸盐质宇宙尘

照片 9 硅酸盐质宇宙尘的表面流纹结构和
熔融痕迹
× 300

照片 10 含铁心内核的硅酸盐质宇宙尘的背
散射电子象和 Ti Ka、Fe Ka X 射
线线截面象 (产于南海)

照片 11 玻璃质宇宙尘

照片 12 玻璃质宇宙尘的二次电子象
× 300

照片 13 铁质宇宙尘的能谱曲线

照片 14 玻璃质宇宙尘的能谱曲线